

IAP20 Received 15 DEC 2005

## 明 細 書

プラズマ発生電極及びプラズマ発生装置、並びに排気ガス浄化装置  
技術分野

- [0001] 本発明は、プラズマ発生電極及びプラズマ発生装置、並びに排気ガス浄化装置に関する。さらに詳しくは、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なプラズマ発生電極及びプラズマ発生装置に関する。また、排気ガスを良好に浄化することが可能な排気ガス浄化装置に関する。

## 背景技術

- [0002] 二枚の電極間に誘電体を配置し高電圧の交流、あるいは周期パルス電圧をかけることにより、無声放電が発生し、これによりできるプラズマ場では活性種、ラジカル、イオンが生成され、気体の反応、分解を促進することが知られており、これをエンジン排気ガスや各種の焼却炉排気ガスに含まれる有害成分の除去に利用できることが知られている。
- [0003] 例えば、エンジン排気ガスや各種の焼却炉排気ガスを、プラズマ場内を通過させることによって、このエンジン排気ガスや各種の焼却炉排気ガス中に含まれる、例えば、 $\text{NO}_x$ 、カーボン微粒子、HC、CO等を酸化して処理するプラズマ排ガス処理システムが開示されている(例えば、特開2001-164925号公報参照)。

## 発明の開示

- [0004] しかしながら、排気ガスには複数種類の物質が含まれているが、各物質毎に処理に適するプラズマの強度が異なるために、所定の物質を処理することを目的としたプラズマ発生電極では他の物質を処理することができず、複数の物質を含む排気ガスを処理する際には、複数のプラズマ発生電極が必要になるという問題があった。また、複数の物質を一種類のプラズマで処理する場合には、高強度のプラズマを発生させなければならず、消費電力が増大するという問題があった。また、プラズマ発生電極を通過したガスをさらに処理するSCR等の排気ガス浄化装置に用いられる $\text{NO}_x$ 還元触媒は、排気ガスに含まれる燃料(炭化水素)を用いて二酸化窒素( $\text{NO}_2$ )を酸素と窒素に還元するものであるが、高強度のプラズマによって炭化水素が酸化してしま

うために、NO<sub>x</sub>還元触媒の能力が低下するという問題があった。

- [0005] 本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なプラズマ発生電極及びプラズマ発生装置を提供する。また、上述したプラズマ発生装置と、触媒とを備え、排気ガスを良好に浄化することが可能な排気ガス浄化装置を提供する。
- [0006] 上述の目的を達成するため、本発明は、以下のプラズマ発生電極及びプラズマ発生装置、並びに排気ガス浄化装置を提供するものである。
- [0007] [1] 対向配置された少なくとも一対の電極を備え、これらの間に電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極であって、前記一対の電極のうちの少なくとも一方が、誘電体となる板状のセラミック体と、前記セラミック体の内部に互いに重なることなく配設された、その膜厚方向に貫通した前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の貫通孔が所定の配列パターンとなるように複数形成された、複数の導電膜とを有し、少なくとも一の前記導電膜に形成された前記貫通孔の配列パターンが、他の前記導電膜に形成された前記貫通孔の配列パターンとは異なるように構成され、前記一対の電極間に電圧を印加することにより、前記導電膜の異なる前記貫通孔の配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なプラズマ発生電極（以下、「第一の発明」ということがある）。
- [0008] [2] 対向配置された少なくとも一対の電極を備え、これらの間に電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極であって、前記一対の電極のうちの少なくとも一方が、誘電体となる板状のセラミック体と、前記セラミック体の内部に配設された、その膜厚方向に貫通した前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の貫通孔が二以上の異なる配列パターンとなるように複数形成された、少なくとも一の導電膜とを有し、前記一対の電極間に電圧を印加することにより、前記導電膜の異なる前記貫通孔の配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なプラズマ発生電極（以下、「第二の発明」ということがある）。
- [0009] [3] 前記貫通孔の前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が円

形である前記[1]又は[2]に記載のプラズマ発生電極。

- [0010] [4] 少なくとも一の前記導電膜が、他の前記導電膜とは異なる金属を主成分とするものである前記[1]～[3]のいずれかに記載のプラズマ発生電極。
- [0011] [5] 前記導電膜の主成分が、タングステン、モリブデン、マンガン、クロム、チタン、ジルコニウム、ニッケル、鉄、銀、銅、白金、及びパラジウムからなる群から選ばれる少なくとも一種の金属である前記[1]～[4]のいずれかに記載のプラズマ発生電極。
- [0012] [6] 前記導電膜が、前記セラミック体にスクリーン印刷、カレンダーロール、スプレー、化学蒸着、又は物理蒸着されて配設されたものである前記[1]～[5]のいずれかに記載のプラズマ発生電極。
- [0013] [7] 前記[1]～[6]のいずれかに記載のプラズマ発生電極を備えたプラズマ発生装置(以下、「第三の発明」ということがある)。
- [0014] [8] 前記[7]に記載のプラズマ発生装置と、触媒とを備え、前記プラズマ発生装置と前記触媒とが、内燃機関の排気系の内部に配設された排気ガス浄化装置(以下、「第四の発明」ということがある)。

#### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]図1は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態を模式的に示す斜視図である。
- [図2]図2は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜との一例を模式的に示す平面図である。
- [図3]図3は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の他の実施の形態を模式的に示す斜視図である。
- [図4]図4は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜との他の例を模式的に示す平面図である。
- [図5]図5は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜との他の例を模式的に示す平面図である。

[図6]図6は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜とその他の例を模式的に示す平面図である。

[図7]図7は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜とその他の例を模式的に示す平面図である。

[図8]図8は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜とその他の例を模式的に示す平面図である。

[図9]図9は、本発明(第二の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態を模式的に示す斜視図である。

[図10]図10は、本発明(第二の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態における、一方の電極を構成するセラミック体と導電膜との一例を模式的に示す平面図である。

[図11(a)]図11(a)は、本発明(第三の発明)のプラズマ発生装置の一の実施の形態を被処理流体の流れ方向を含む平面で切断した断面図である。

[図11(b)]図11(b)は、図11(a)のA-A線における断面図である。

[図12]図12は、本発明(第四の発明)の排気ガス浄化装置の一の実施の形態を模式的に示す説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、図面を参照して、本発明のプラズマ発生電極及びプラズマ発生装置、並びに排気ガス浄化装置の実施の形態について詳細に説明する。

[0017] 図1は、本発明(第一の発明)のプラズマ発生電極の一の実施の形態を模式的に示す斜視図であり、図2は、プラズマ発生電極の一方の電極を構成するセラミック体と導電膜とを模式的に示す平面図である。図1及び図2に示すように、本実施の形態のプラズマ発生電極1は、対向配置された少なくとも一对の電極5を備え、これらの間に電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極1であって、一对の電極5のうちの少なくとも一方の電極5aが、誘電体となる板状のセラミ

ック体2と、セラミック体2の内部に配設された、その膜厚方向に貫通した膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の貫通孔4が所定の配列パターンとなるように複数形成された、複数の導電膜3とを有し、少なくとも一の導電膜3aに形成された貫通孔4aの配列パターンが、他の導電膜3bに形成された貫通孔4bの配列パターンとは異なるように構成され、一对の電極5間に電圧を印加することにより、導電膜3の異なる貫通孔4の配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なものである。なお、本実施の形態においては、他方の電極5bの構成は特に限定されることはなく、図1に示すように、従来公知の金属電極を用いてもよいが、図3に示すように、プラズマ発生電極1を構成する他方の電極5bが、一の電極5aと同様に、異なる配列パターンの貫通孔がそれぞれ形成された複数の導電膜を有するものであることが好ましい。このように構成する場合には、一の電極5aと他の電極5bとは、それぞれに電流を供給するための接続部分が、互いに逆方向になるように形成されていることが好ましい。

[0018] また、図1に示したプラズマ発生電極1においては、二枚の電極5が対向配置された状態を示しているが、電極5の枚数はこれに限定されることはなく、例えば、図示は省略するが、三枚以上の電極を平行に対向配置させ、隣接する相互の電極が、それぞれ一对の電極となるように構成してもよい。

[0019] なお、図1及び図2においては、膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が円形である貫通孔4を示しているが、これに限定されることはなく、その一部に円弧を含む形状、例えば、楕円形や、多角形の頂点が円弧状に丸められた形状等であってもよい。

[0020] 本実施の形態のプラズマ発生電極1は、誘電体となる板状のセラミック体2と、セラミック体2の内部に互いに重なることなく配設された複数の導電膜3とを有するバリア放電型の電極5である。このプラズマ発生電極1は、例えば、一对の電極5間に生じたプラズマ内に排気ガス等の被処理流体を通過させて処理する排気ガス処理装置や浄化装置、又は、空気等に含まれる酸素を反応させてオゾンを経製するオゾナイザに好適に用いることができる。

[0021] また、それぞれの配列パターンを構成する貫通孔4を一部に円弧を含む形状とする

ことで、この貫通孔4が放電の起点となって貫通孔4の外周上に均等に放電を起こさせることができるとともに、複数の貫通孔4が、所定の配列パターンで各導電膜3全体に形成されていることから、電極5全体としては安定かつ均一なプラズマを発生させることができる。貫通孔4の形状が円でなく、多角形等の場合には、多角形の頂点に相当する部位に放電が集中して、均一なプラズマを発生させることができない。

[0022] ここで、本実施の形態のプラズマ発生電極1において、異なる状態のプラズマを同時に発生させることができる原理について簡単に説明する。一の導電膜3aに形成した貫通孔4aの配列パターンを、他の導電膜3bに形成した貫通孔4bの配列パターンと異なるような構成とすることによって、一の導電膜3aと他の導電膜3bとの静電容量を異なるものとすることができる。静電容量が異なるためにそれぞれ導電膜3a, 3bには異なる状態の放電が起こり、その結果として、異なる状態のプラズマを発生させることができる。また、各導電膜3における配列パターンが異なるということは、各導電膜3の単位面積当たりの貫通孔4の外周の長さが異なることがあり、これが各導電膜3での放電を異ならせる原因ともなる。

[0023] 本実施の形態においては、各導電膜3に形成する貫通孔4の配列パターンについては、所定の強度のプラズマを発生させることができるように構成されていることが好ましい。電極5間に発生するプラズマの強度は、導電膜3の材質や静電容量、電極5に印加する電圧、電極5a, 5b間の距離等によって決定されるものであり、各導電膜3の静電容量を貫通孔4の配列パターンによって異ならせることにより、各導電膜3上に発生するプラズマの強度を調整することができる。

[0024] また、本実施の形態においては、少なくとも一の導電膜3aが、他の導電膜3bとは異なる金属を主成分とするものであってもよい。このように構成することによって、一の導電膜3aと他の導電膜3bの静電容量を、材料の点からも調整することが可能となり、それぞれの導電膜3a, 3bに、所望の強度のプラズマを発生させることが容易となる。

[0025] なお、本実施の形態のプラズマ発生電極1においては、一の導電膜3aと他の導電膜3bとは、同一の電源から電気を供給してもよく、また、それぞれに異なる電源から電気を供給してもよい。

- [0026] 図2においては、一方の電極5aが二つの導電膜3a, 3bを有し、直径の大きさが異なる貫通孔4a, 4bが互いに異なる間隔となるように形成されて構成されたものが示されているが、貫通孔4a, 4bの配列パターンはこれに限定されることはなく、例えば、図4に示すように、貫通孔4a, 4bの直径は同一とし、これらの間隔を変えることによって配列パターンが異なるように構成されたものであってもよい。また、それぞれの導電膜3a, 3bの配置位置や大きさ及び導電膜3a, 3bの数等についても限定されることはなく、例えば、図5ー図8に示すように、それぞれの導電膜3c, 3d, 3eに所定の配列パターンで貫通孔4c, 4d, 4eが形成されたものであってもよい。
- [0027] 上述したように、本実施の形態のプラズマ発生電極1においては、一对の電極5間に異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なことから、例えば、自動車のエンジン等の内燃機関から排出される排気ガスを処理(浄化)する際に、一の導電膜3aによって発生するプラズマによって煤を酸化処理し、他の導電膜3bによって発生するプラズマによって一酸化窒素(NO)を酸化処理することが可能となる。
- [0028] ここで、本実施の形態のプラズマ発生電極1を、排気ガス処理装置や浄化装置等に用いた際の、一对の電極の配置の方法や、排気ガスを処理する過程等について説明する。図2及び図4に示す一方の電極5aを備えたプラズマ発生電極を排気ガス処理装置に用い、矢印Aの方向に向って排気ガスを通過させるような構成とした場合、二つの導電膜3a, 3bに発生した異なる状態のプラズマを連続して通過させることが可能となり、排気ガスに含まれる複数の物質を有効に処理することができる。また、図5ー図8に示す電極5aは、特に、煤を含む排気ガスの処理に好適に用いることができるように構成されている。具体的には、例えば、図5及び図6に示した一方の電極5aを備えたプラズマ発生電極を用いた場合には、導電膜3dに、煤を有効に酸化処理することができるような酸化力の強いプラズマを発生させ、一方、導電膜3eに、煤以外のNOやCO等の比較的酸化し易い物質を酸化処理するための酸化力の弱いプラズマを発生させる。このような電極5aに、矢印Aの方向から排気ガスを通過させた場合、まず、導電膜3cによって発生したプラズマで処理すべき物質の中で比較的に質量の大きい煤を引き寄せて、排気ガスの流れの中に煤の片寄りを形成させる。この後に、導電膜3dにて発生させたプラズマで、煤をまとめて酸化処理するとともに、煤以

外のNOやCO等は導電膜3d及び導電膜3eのいずれかで発生したプラズマで酸化処理する。このように構成することによって、一对の電極5(図1参照)間に、排気ガスの流れ方向に平行な方向に、酸化力の弱いプラズマのみで構成された領域を形成することができるため、排気ガスに含まれる燃料(炭化水素)が完全に酸化されていない状態、即ち、炭化水素をアルデヒド等に変化させた状態で排出することが可能となる。このため、NO<sub>x</sub>還元触媒等を併用した排気ガス処理を行う場合には、その効率を向上させることができる。

[0029] また、図7及び図8に示した電極5aを備えたプラズマ発生電極を用いた場合には、まず、例えば、プラズマを通過させる前の排気ガスに旋回流を起こし、遠心力によって排気ガスの流れの中に煤の片寄りを形成させる。そして、煤に片寄りを持たせた排気ガスが通過する領域、即ち、導電膜3cに酸化力の強いプラズマを発生させ、その他の領域、即ち、導電膜3dに酸化力の弱いプラズマを発生させるように構成し、煤に片寄りを持たせた排気ガスを通過させることで、図5及び図6に示した電極5aを用いた場合と同様の作用効果を得ることができる。

[0030] 本実施の形態に用いられる導電膜3は、セラミック体2の厚さの0.1〜10%に相当する厚さであることが好ましい。このように構成することによって、誘電体となるセラミック体2の表面に均一な放電を起こすことができる。具体的な導電膜3の厚さとしては、プラズマ発生電極1の小型化及び一对の電極5間を通過させる排気ガス等の被処理流体の抵抗を低減させる等の理由から、5〜50 $\mu$ m程度であることが好ましい。導電膜3の厚さが5 $\mu$ m未満であると、導電膜3を印刷等によって形成する場合に信頼性が劣ることがあり、また、形成された導電膜3の抵抗が高くなることがあるために、プラズマ発生効率が低下する恐れがある。導電膜3の厚さが50 $\mu$ mを超えると、導電膜3の抵抗は小さくなるが、セラミック体2の表面の凹凸に影響を及ぼし、その表面が平坦となるように加工しなければならないことがある。

[0031] また、本実施の形態においては、一の電極5aを構成する導電膜3が、セラミック体2の両表面からの距離が、ほぼ等しくなるように、セラミック体2の内部に配設されていることが好ましい。このように構成することによって、複数枚の電極を連続的に対向配置されてプラズマを発生させたとしても、隣接する電極間に等しい強度のプラズマを



発生させることができる。セラミック体2の両表面からの距離が異なるように配設された場合には、一の電極5aの互いの表面における静電容量が変わり、互いの表面での放電特性が異なる恐れがある。

[0032] また、本実施の形態に用いられる導電膜3は、導電性に優れた金属を主成分とすることが好ましく、例えば、導電膜3の主成分としては、タングステン、モリブデン、マンガ、クロム、チタン、ジルコニウム、ニッケル、鉄、銀、銅、白金、及びパラジウムからなる群から選ばれる少なくとも一種の金属を好適例として挙げるができる。なお、本実施の形態において、主成分とは、成分の60質量%以上を占めるものをいう。なお、導電膜3が、上述した群のうち二種類以上の金属を主成分として含む場合には、それら金属の総和が、成分の60質量%以上を占めるものとする。

[0033] この導電膜3をセラミック体2の内部に配設する方法としては、例えば、粉末プレス成形したプレス成形体に、金属板や金属箔等の導電膜3を埋設して配設する方法等を挙げるができる。具体的には、粉末プレスによってセラミック体となるプレス成形体を成形する際に、そのプレス成形体の互いの表面からの距離(厚さ方向の距離)が等しくなるように、上述した金属を主成分とする金属板又は金属箔を埋設する。埋設した金属箔等がセラミックスの焼成収縮で変形したり、切断する恐れがあるために、平面方向の物質移動を抑制するように焼成することが好ましい。このように構成することによって、プレス成形体の厚さ方向にプレス圧力を負荷して焼成することができる。

[0034] また、この導電膜3は、セラミック体2に塗工されて配設されたものであってもよい。具体的な塗工の方法としては、例えば、スクリーン印刷、カレンダーロール、ディップコート、化学蒸着、及び物理蒸着等を好適例として挙げることができる。このような方法によれば、塗工後の表面の平滑性に優れ、かつ厚さの薄い導電膜3を容易に形成することができる。前述した方法のうち、化学蒸着及び物理蒸着は、多少コスト高になる場合があるが、より厚さの薄い導電膜を容易に配設できるとともに、より小さな直径で、かつ隣接する中心間の距離がより小さい貫通孔を容易に形成することができる。

[0035] 導電膜3をセラミック体2に塗工する際には、導電膜3の主成分として挙げた金属の粉末と、有機バインダーと、テルピネオール等の溶剤とを混合して導体ペーストを形

成し、上述した方法でセラミック体2に塗工することで形成することができる。また、セラミック体2との密着性及び焼結性を向上させるべく、必要に応じて上述した導体ペーストに添加剤を加えてもよい。

[0036] 導電膜3の金属成分にセラミック体2と同じ成分を添加することにより、導電膜3とセラミック体2との密着性を良くすることが可能となる。また、金属成分に添加するセラミック体成分にガラス成分を加えることもできる。ガラス成分の添加により、導電膜3の焼結性を向上し、密着性に加え緻密性が向上する。金属成分以外のセラミック体2の成分及び／又はガラス成分の総和は、30質量%以下が好ましい。30質量%を超えると、抵抗値が下がり、導電膜3としての機能が得られないことがある。

[0037] また、本実施の形態におけるセラミック体2は、上述したように誘電体としての機能を有するものであり、導電膜3がセラミック体2に挟持された状態で用いられることにより、導電膜3単独で放電を行う場合と比較して、スパーク等の片寄った放電を減少させ、小さな放電を複数の箇所で見せさせることが可能となる。このような複数の小さな放電は、スパーク等の放電に比して流れる電流が少ないために、消費電力を削減することができ、さらに、誘電体が存在することにより、電極5間に流れる電流が制限されて、温度上昇を伴わない消費エネルギーの少ないノンサーマルプラズマを発生させることができる。

[0038] 本実施の形態に用いられるセラミック体2は、誘電率の高い材料を主成分とすることが好ましく、例えば、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化珪素、チタン-バリウム系酸化物、マグネシウム-カルシウム-チタン系酸化物、バリウム-チタン-亜鉛系酸化物、窒化珪素、窒化アルミニウム等を好適に用いることができる。耐熱衝撃性にも優れた材料を主成分とすることによって、プラズマ発生電極1を高温条件下においても運用することが可能となる。

[0039] また、セラミック体2の厚さについては、特に限定されることはないが、0.1〜3mmであることが好ましい。セラミック体2の厚さが0.1mm未満であると、電極5の電気絶縁性を確保することができないことがある。また、セラミック体2の厚さが3mmを超えると、排ガス浄化システムとして省スペース化の妨げになるとともに、電極間距離が長くなることによる負荷電圧の増大につながり効率が低下することがある。

- [0040] 本実施の形態に用いられるセラミック体2は、セラミック基板用のセラミックグリーンシートを好適に用いることができる。このセラミックグリーンシートは、グリーンシート製作用のスラリー又はペーストを、ドクターブレード法、カレンダー法、印刷法、リバーロールコータ法等の従来公知の手法に従って、所定の厚さとなるように成形して形成することができる。このようにして形成されたセラミックグリーンシートは、切断、切削、打ち抜き、連通孔の形成等の加工を施したり、複数枚のグリーンシートを積層した状態で熱圧着等によって一体的な積層物として用いてもよい。
- [0041] 上述したグリーンシート製作用のスラリー又はペーストは、所定のセラミック粉末に適当なバインダ、焼結助剤、可塑剤、分散剤、有機溶媒等を配合して調製したものを好適に用いることができ、例えば、このセラミック粉末としては、アルミナ、ムライト、セラミックガラス、ジルコニア、コーージェライト、窒化珪素、窒化アルミニウム、及びガラス等の粉末を好適例として挙げるることができる。また、焼結助剤としては、酸化ケイ素、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム等を好適例として挙げるることができる。なお、焼結助剤は、セラミック粉末100質量部に対して、3〜10質量部加えることが好ましい。可塑剤、分散剤及び有機溶媒については、従来公知の方法に用いられている可塑剤、分散剤及び有機溶媒を好適に用いることができる。
- [0042] 本実施の形態に用いられるセラミック体2は、押出成形で作製したセラミックシートを好適に用いることもできる。例えば、前述したセラミック粉末とメチルセルロース等の成形助剤や界面活性剤等を添加して調製した混練物を、所定の金型を通して押出された板状セラミック成形体を用いることもできる。
- [0043] また、本実施の形態においては、セラミック体2の気孔率が、0.1〜35%であることが好ましく、さらに0.1〜10%であることが好ましい。このように構成することによって、セラミック体2を備えた電極5aと、対向配置された他方の電極5bとの間に効率よくプラズマを発生させることが可能となり、省エネルギー化を実現することができる。
- [0044] また、一对の電極5間の距離は、その間に有効にプラズマを発生させることが可能な距離とすることが好ましく、電極に印加する電圧等によっても異なるが、例えば、0.1〜5mmとすることが好ましい。

- [0045] 以下、本実施の形態のプラズマ発生電極の製造方法について具体的に説明する。
- [0046] まず、上述したセラミック体となるセラミックグリーンシートを成形する。例えば、アルミナ、ムライト、セラミックガラス、及びガラス群から選ばれる少なくとも一種の材料に、上述した焼結助剤や、ブチラール系樹脂やセルローズ系樹脂等のバインダ、DOPやDBP等の可塑剤、トルエンやブタジエン等の有機溶媒等を加え、アルミナ製ポット及びアルミナ玉石を用いて十分に混合してグリーンシート製作用のスラリーを作製する。また、これらの材料を、モノボールによりボールミル混合して作製してもよい。
- [0047] 次に、得られたグリーンシート製作用のスラリーを、減圧下で攪拌して脱泡し、さらに所定の粘度となるように調整する。このように調整したグリーンシート製作用のスラリーをドクターブレード法等のテープ成形法によってテープ状に成形して未焼成セラミック体を形成する。
- [0048] 一方、得られた未焼成セラミック体の一方の表面に配設する導電膜を形成するための導体ペーストを形成する。この導体ペーストは、例えば、銀粉末にバインダ及びテルピネオール等の溶剤を加え、トリロールミルを用いて十分に混練して形成することができる。
- [0049] このようにして形成した導体ペーストを、未焼成セラミック体の表面にスクリーン印刷等を用いて印刷して、複数の導電膜を形成する。その際、導電膜に複数の貫通孔を、それぞれ異なる配列パターンとなるように印刷する。また、導電膜を未焼成セラミック体で挟持して電極を形成した後に、電極の外部からそれぞれの導電膜に電気を供給することができるように、それぞれの導電膜が未焼成セラミック体の外周部にまで延設するように印刷することが好ましい。
- [0050] 導体ペーストを印刷して導電膜を形成する際には、貫通孔の配列パターンが異なるそれぞれの導電膜を、同時に印刷して形成してもよいし、別々に印刷して形成してもよい。また、一の導電膜と他の導電膜との主成分が異なるように、導体ペーストの種類を異ならせて印刷を行ってもよい。
- [0051] 次に、導電膜を印刷した未焼成セラミック体と、他の未焼成セラミック体とを、印刷した導電膜を覆うようにして積層する。未焼成セラミック体を積層する際には、温度：100℃、圧力：10MPaで押圧しながら積層することが好ましい。

- [0052] 次に、得られた積層体を焼成して、誘電体となる板状のセラミック体と、このセラミック体の内部に互いに重なることなく配設された導電膜とを有する電極を形成することができる。
- [0053] このようにして得られた電極に、対向電極となる電極を配置し、本実施の形態のプラズマ発生電極を形成する。この対向電極となる電極は、上述した製造方法によって得られた電極を用いてもよく、また、従来公知の他の構成の電極を用いてもよい。
- [0054] 次に、本発明(第二の発明)のプラズマ発生電極の実施の形態について具体的に説明する。図9及び図10に示すように、本実施の形態のプラズマ発生電極21は、対向配置された少なくとも一对の電極25を備え、これらの間に電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極21であって、一对の電極25のうちの少なくとも一方の電極25aが、誘電体となる板状のセラミック体22と、セラミック体22の内部に配設された、その膜厚方向に貫通した膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の貫通孔が二以上の異なる配列パターンとなるように複数形成された導電膜23とを有し、複数の貫通孔24が二以上の異なる配列パターンとなるように形成された少なくとも一の導電膜23とを有し、一对の電極25間に電圧を印加することにより、導電膜23の異なる貫通孔24a, 24bの配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能である。
- [0055] 本実施の形態のプラズマ発生電極21は、第一の発明のように、一方の電極が複数の導電膜を有するのではなく、一つの導電膜23に二以上の異なる配列パターンで複数の貫通孔24a, 24bが形成されたものである。このように貫通孔24a, 24bの配列パターンが異なるような構成とすることによって、それぞれの配列パターンで異なる放電が起こり、その結果として、異なる状態のプラズマを発生させることができる。
- [0056] 本実施の形態のプラズマ発生電極21においては、一つの電極25間に異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なことから、例えば、自動車のエンジンから排出される排気ガスを処理する際に、一の配列パターンで貫通孔24aが形成された領域で発生させたプラズマによって煤を酸化処理し、他の配列パターンで貫通孔24bが形成された領域で発生させたプラズマによって窒素酸化物、例えば、NOを酸化

処理することが可能となり、第一の発明のプラズマ発生電極と同様の作用効果を得ることができる。

[0057] 本実施の形態のプラズマ発生電極21を構成する導電膜23は、膜厚方向に貫通した前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の複数の貫通孔24a, 24bが二以上の異なる配列パターンとなるように形成されている以外の構成については、第一の発明の一の実施の形態で説明した導電膜と同様に構成されたものを好適に用いることができる。なお、図9及び図10においては、膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が円形である貫通孔24a, 24bを示しているが、これに限定されることはなく、楕円形や、多角形の頂点が円弧状に丸められた形状等であってもよい。また、その形成方法についても、貫通孔24a, 24bを二以上の異なる配列パターンとなるように形成する以外は、第一の発明の一の実施の形態において説明した方法と同様の方法を用いて形成することができる。また、本実施の形態のプラズマ発生電極21を構成するセラミック体22についても、第一の発明の一の実施の形態で説明したセラミック体と同様に構成されたものを好適に用いることができる。

[0058] また、貫通孔24a, 24bの配列パターンについては、図10においては、直径の大きさが異なる貫通孔24a, 24bが互いに異なる間隔で配列した二つの配列パターンを示しているが、このような配列パターンに限定されることはなく、図示は省略するが、貫通孔の直径は同一とし、これらの間隔を変えることで配列パターンを異なるように構成してもよい。また、配列パターンは二以上であればよく、二つに限定されることはない。

[0059] 次に、本発明(第三の発明)のプラズマ発生装置の実施の形態について説明する。図11(a)及び図11(b)に示すように、本実施の形態のプラズマ発生装置10は、上述した第一又は第二の発明のプラズマ発生電極を備えてなることを特徴とする。具体的には、本実施の形態のプラズマ発生装置10は、プラズマ発生電極31と、プラズマ発生電極10を構成する一対の電極35間を排気ガス等の被処理流体が通過可能な状態で収納したケース体11とを備えている。このケース体11は、被処理流体が流入する流入口12と、流入した被処理流体が電極35間を通過して処理された処理流体を

流出する流出口13とを有している。

- [0060] 本実施の形態のプラズマ発生装置10は、上述した第一又第二の発明のプラズマ発生電極31を備えてなることから、一对の電極35間に電圧を印加することにより、導電膜の異なる貫通孔の配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることができる。
- [0061] 図11(a)及び図11(b)に示すように、本実施の形態のプラズマ発生装置10においては、一对の電極35を備えたプラズマ発生電極31が複数積層された状態でケース体11の内部に設置されていることが好ましい。なお、図11(a)及び図11(b)においては、説明上、一对の電極5から構成されたプラズマ発生電極31が五個積層された状態を示しているが、プラズマ発生電極31を積層する数はこれに限定されることはない。また、プラズマ発生電極31が複数の電極を備えた構成のものであってもよい。なお、プラズマ発生電極31を構成する一对の電極35間と、各プラズマ発生電極31間とは、所定の隙間を形成するためのスペーサ14が配設されている。
- [0062] このように構成されたプラズマ発生装置10は、例えば、自動車の排気系中に設置して用いることができ、エンジン等から排出された排気ガスを、一对の電極5間に発生させたプラズマの中を通過させることにより、排気ガスに含まれる煤や窒素酸化物等の有害物質を反応させて無害な気体として外部に排出することができる。
- [0063] 複数のプラズマ発生電極31を積層する際には、積層したプラズマ発生電極31の相互間にも、プラズマを発生させることができるように構成することが好ましい。具体的には、例えば、一のプラズマ発生電極31aを構成する電極35の一方の電極35aが、対向配置された電極35bとの間に放電を生ずるだけでなく、隣接する他のプラズマ発生電極31bを構成する電極35bとの間にも放電を起こすことが可能な構成とし、積層したプラズマ発生電極31の相互間にもプラズマを発生させることができるような構成とすることが好ましい。
- [0064] また、図示は省略するが、本実施の形態のプラズマ発生装置においては、プラズマ発生電極に電圧を印加するための電源をさらに備えていてもよい。この電源については、プラズマを有効に発生させることができるような電気を供給することができるものであれば従来公知の電源を用いることができる。

- [0065] また、本実施の形態のプラズマ発生装置においては、上述したように電源を備えた構成とせずに、外部の電源から電流を供給するような構成としてもよい。
- [0066] 本実施の形態に用いられるプラズマ発生電極に供給する電流については、発生させるプラズマの強度によって適宜選択して決定することができる。例えば、プラズマ発生装置を自動車の排気系中に設置する場合には、プラズマ発生電極に供給する電流が、電圧が1kV以上の直流電流、ピーク電圧が1kV以上かつ1秒あたりのパルス数が100以上(100Hz以上)であるパルス電流、ピーク電圧が1kV以上かつ周波数が100以上(100Hz以上)である交流電流、又はこれらのいずれか二つを重畳してなる電流であることが好ましい。このように構成することによって、効率よくプラズマを発生させることができる。
- [0067] 次に、本発明(第四の発明)の排気ガス浄化装置の一の実施の形態について具体的に説明する。図12は、本実施の形態の排気ガス浄化装置を模式的に示す説明図である。図12に示すように、本実施の形態の排気ガス浄化装置41は、上述した第三の発明の実施の形態であるプラズマ発生装置10と、触媒44とを備え、このプラズマ発生装置10と触媒44とが、内燃機関の排気系の内部に配設された排気ガス浄化装置41である。なお、プラズマ発生装置10は、排気系の排気ガス発生側(上流側)に配設され、触媒44は、その排気側(下流側)に配設されており、プラズマ発生装置10と触媒44とは配管42を介して接続されている。
- [0068] 本実施の形態の排気ガス浄化装置41は、例えば、酸素過剰雰囲気下における排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する装置である。即ち、プラズマ発生装置で発生したプラズマによって、 $\text{NO}_x$ を下流側の触媒44で浄化しやすいように改質、又は $\text{NO}_x$ と反応しやすいように排気ガス中のHC( hidrocarbon)等を改質して、触媒44によって $\text{NO}_x$ を浄化する。
- [0069] 本実施の形態の排気ガス浄化装置41に用いられるプラズマ発生装置10は、プラズマにより、リーンバーン、ガソリン直噴エンジン又はディーゼルエンジン等の酸素過剰雰囲気下での燃焼による排気ガス中の $\text{NO}_x$ を $\text{NO}_2$ に変換するものである。また、プラズマ発生装置10は、排気ガス中のHC等から活性種を生成するものであり、図11(a)に示したプラズマ発生装置10と同様に構成されたものを好適に用いることができる。



。

[0070] 触媒44は、その内部に排気ガスが流通する複数の細孔が形成された支持体を含む触媒部材を備えた触媒ユニット45として、排気系におけるプラズマ発生装置10の下流側に配設されている。触媒部材は、支持体と、支持体の複数の細孔を取り囲む内壁面を覆うように形成された触媒層を有している。

[0071] 触媒層は、一般に、後記するように支持体をスラリー状の触媒（触媒スラリー）に含浸して製造されるため、「ウォッシュコート（層）」と呼ばれることもある。

[0072] 支持体の形状は、排気ガスが流通する空間を有していれば本発明では特に制限されず、本実施の形態では、複数の細孔が形成されたハニカム状のものを使用している。

[0073] 支持体は、耐熱性を有する材料から形成されることが好ましい。このような材料としては、例えば、コーージェライト、ムライト、シリコンカーバイド（SiC）、シリコンナイトライド（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）等の多孔質（セラミック）や、メタル（例えば、ステンレス）等が挙げられる。

[0074] 触媒層は、多孔質担体と、多孔質担体の表面に担持したPt、Pd、Rh、Au、Ag、Cu、Fe、Ni、Ir、Ga等から選択される一種又は二種以上の組合せを主要部として形成されている。触媒層の内部には支持体の細孔に連続する複数の連続細孔が形成されている。

[0075] 多孔質担体は、例えば、アルミナ、ゼオライト、シリカ、チタニア、ジルコニア、シリカアルミナ、セリア等から適宜選択して使用し、形成することができる。なお、触媒44は、 $\text{NO}_x$ の分解反応を促進する触媒を用いる。

[0076] 以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

[0077] （実施例1）

図11(a)に示すような構成のプラズマ発生装置を製造し、このプラズマ発生装置を用いて排気ガスの処理を行い、処理後のガスに含まれる煤、一酸化窒素（NO）、及び炭化水素（HC）の量と、アルデヒドの有無を測定した。本実施例のプラズマ発生装置に用いられるプラズマ発生電極は、以下のようにして作製した。まず、焼成後の厚さが0.5mmとなる未焼成のアルミナテープ基板に、タングステンペーストを用いて、

直径2mm、隣接相互の間隔が8mmとなるような配列パターンで貫通孔が形成された第一の導電膜と、直径5mm、隣接相互の間隔が6mmとなるような配列パターンで貫通孔が形成された第二の導電膜とを、その厚さが10  $\mu$  mとなるようにスクリーン印刷した。この際、第一の導電膜が排気ガスの入口側に、第二の導電膜が排気ガスの出口側に、それぞれ直列に配置されるような構成とした。次に、同じ素材のアルミナテープと積層した後に焼成して、誘電体となる板状のセラミック体と、セラミック体の内部に配設された、二種類の異なる配線パターンの第一及び第二の導電膜とを有する電極を作製した。この電極を10枚作製し、それぞれが順番に対向配置するように、1 mm間隔で積層してプラズマ発生電極を製造した。各電極を構成する導電膜を交互に結線して、片方を、SIサイリスタを用いたパルス電源に、もう片方を接地側に接続した。

[0078] それぞれの導電膜に5kVのパルス電流を通電したところ、直径2mm、間隔8mmの配線パターン導電膜は25mJ、直径5mm、間隔6mmの配線パターンの導電膜は、10mJのエネルギーが、1パルス当たり投入された。投入されるエネルギーの違いは、導電膜の配線パターンの違いによる静電容量の差であると考えられる。投入されるエネルギー量は異なるが、ともに均一で良好な放電状態が得られた。

[0079] このプラズマ発生装置に、エンジンから排出される排気ガス状態を模擬した排気ガスを通気した。この排気ガスとしては、酸素10体積%、CO<sub>2</sub> 10体積%、プロピレン200ppmC、NOガス200ppm、残りが窒素となるように混合された混合ガスに、煤を1000mg/hrで混合したものをを用いた。プラズマを通過したガスに含まれる各成分の濃度を測定した。測定結果を表1に示す。

[0080] [表1]

		実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
電圧 (kV)	第一の導電膜	5	5	8	8	4
	第二の導電膜	5	5	4		
パルス数 (回/秒)	第一の導電膜	500	100	100	100	1000
	第二の導電膜	500	1000	1000		
NO量 (ppm)		60	40	50	120	60
HC量 (ppmC)		80	50	60	100	100
アルデヒド		有り	有り	有り	有り	有り
PM量 (mg/hr)		50	60	30	50	900

## [0081] (実施例2)

実施例1のプラズマ発生装置と同様に構成されたプラズマ発生装置に、第一の導電膜のパルス数が100回/秒、第二の導電膜のパルス数が1000回/秒となるように、5kVのパルス電流を通電して同様の測定を行った。測定結果を表1に示す。

## [0082] (実施例3)

実施例1のプラズマ発生装置と同様に構成されたプラズマ発生装置に、第一の導電膜のパルス数が100回/秒となるように8kVのパルス電流を通電し、第二の導電膜のパルス数が1000回/秒となるように4kVのパルス電流を通電して同様の測定を行った。測定結果を表1に示す。

## [0083] (比較例1)

各電極を構成する導電膜が、第一の導電膜しか形成されていない電極を用いた以外は、実施例1のプラズマ発生装置と同様に構成されたプラズマ発生装置に、パルス数が100回/秒となるように8kVのパルス電流を通電して同様の測定を行った。測定結果を表1に示す。

## [0084] (比較例2)

各電極を構成する導電膜が、第二の導電膜しか形成されていない電極を用いた以外は、実施例1のプラズマ発生装置と同様に構成されたプラズマ発生装置に、パルス数が1000回/秒となるように4kVのパルス電流を通電して同様の測定を行った。測定結果を表1に示す。

[0085] 表1に示すように、実施例1〜3のプラズマ発生装置は、煤及びNOが有効に酸化処理されているとともに、NO<sub>x</sub>還元触媒の能力を向上させることが可能なアルデヒドが生成されていた。比較例1のプラズマ発生装置は、NOの処理能力が低く、また、比較例2のプラズマ発生装置は、煤の処理能力が低く、両者を有効に処理することができないものではなかった。

## [0086] (実施例4)

実施例1のプラズマ発生装置の下流側に触媒を配置して排気ガス浄化装置を製造し、そのNO<sub>x</sub>浄化性能を評価した。触媒は、市販の $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にPtを5質量%含浸した触媒粉末をコーセライト製セラミックスハニカムに担持したものである。ハニカム触媒のサイズは、直径105.7mm、長さ114.3mmの筒状で、400セル、セルを区画する隔壁の厚さ(リブ厚)が4ミル(約0.1mm)である。プラズマの発生条件及びガス条件は、実施例1と同じである。

[0087] その結果、200ppmのNOがプラズマ発生装置及び触媒を通過した後はNO<sub>x</sub>と

して110ppmまで低減していた。

[0088] (比較例3)

比較例1のプラズマ発生装置の下流側に実施例4に用いた触媒と同様の触媒を配置して排気ガス浄化装置を製造し、そのNO<sub>x</sub> 浄化性能を評価した。プラズマ発生条件及びガス条件は、比較例1と同じである。

[0089] その結果、200ppmのNOがプラズマ発生装置及び触媒を通過した後にはNO<sub>x</sub>として170ppmまでしか低減していなかった。

#### 産業上の利用可能性

[0090] 本発明のプラズマ発生電極及びプラズマ発生装置は、異なる状態のプラズマを同時に発生させることができることから、例えば、複数の物質を含む排気ガスを浄化する浄化装置等に好適に用いることができる。また、本発明の排気ガス浄化装置は、上述したプラズマ発生装置と、触媒とを備えていることから、例えば、自動車のエンジン等から排出される排気ガスを浄化する浄化装置として好適に用いることができる。

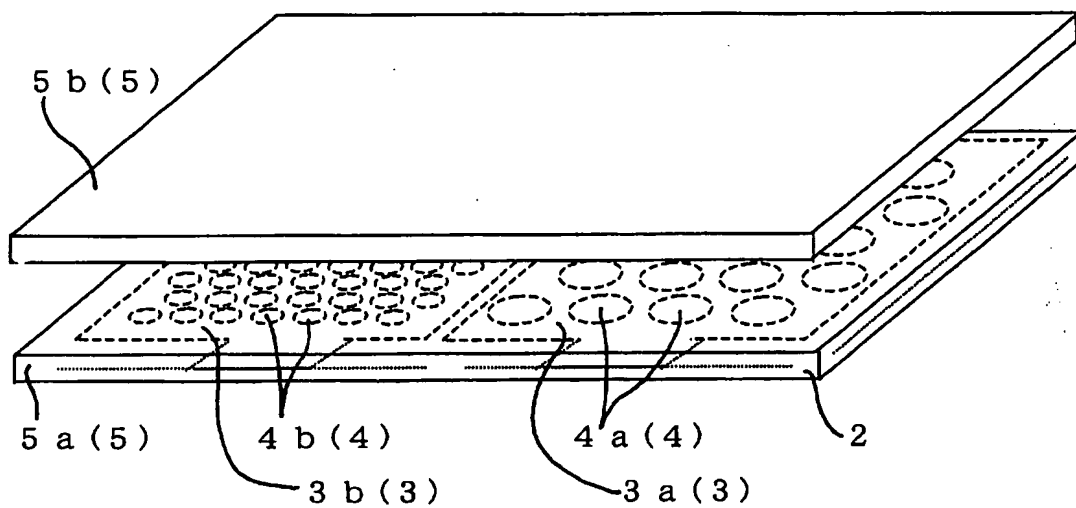
## 請求の範囲

- [1] 対向配置された少なくとも一対の電極を備え、これらの間に電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極であって、
- 前記一対の電極のうちの少なくとも一方が、誘電体となる板状のセラミック体と、前記セラミック体の内部に互いに重なることなく配設された、その膜厚方向に貫通した前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の貫通孔が所定の配列パターンとなるように複数形成された、複数の導電膜とを有し、少なくとも一の前記導電膜に形成された前記貫通孔の配列パターンが、他の前記導電膜に形成された前記貫通孔の配列パターンとは異なるように構成され、前記一対の電極間に電圧を印加することにより、前記導電膜の異なる前記貫通孔の配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なプラズマ発生電極。
- [2] 対向配置された少なくとも一対の電極を備え、これらの間に電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極であって、
- 前記一対の電極のうちの少なくとも一方が、誘電体となる板状のセラミック体と、前記セラミック体の内部に配設された、その膜厚方向に貫通した前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が一部に円弧を含む形状の貫通孔が二以上の異なる配列パターンとなるように複数形成された、少なくとも一の導電膜とを有し、前記一対の電極間に電圧を印加することにより、前記導電膜の異なる前記貫通孔の配列パターンによって、異なる状態のプラズマを同時に発生させることが可能なプラズマ発生電極。
- [3] 前記貫通孔の前記膜厚方向に垂直な方向の平面で切断した断面の形状が円形である請求項1又は2に記載のプラズマ発生電極。
- [4] 少なくとも一の前記導電膜が、他の前記導電膜とは異なる金属を主成分とするものである請求項1〜3のいずれかに記載のプラズマ発生電極。
- [5] 前記導電膜の主成分が、タングステン、モリブデン、マンガン、クロム、チタン、ジルコニウム、ニッケル、鉄、銀、銅、白金、及びパラジウムからなる群から選ばれる少なくとも一種の金属である請求項1〜4のいずれかに記載のプラズマ発生電極。

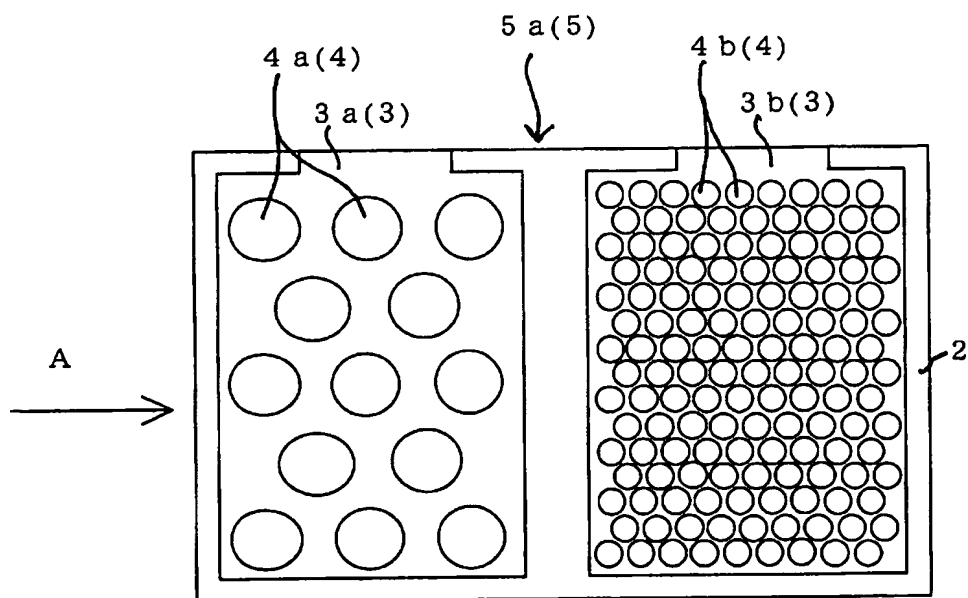
- [6] 前記導電膜が、前記セラミック体にスクリーン印刷、カレンダーロール、スプレー、化学蒸着、又は物理蒸着されて配設されたものである請求項1〜5のいずれかに記載のプラズマ発生電極。
- [7] 請求項1〜6のいずれかに記載のプラズマ発生電極を備えたプラズマ発生装置。
- [8] 請求項7に記載のプラズマ発生装置と、触媒とを備え、前記プラズマ発生装置と前記触媒とが、内燃機関の排気系の内部に配設された排気ガス浄化装置。

[図1]

1

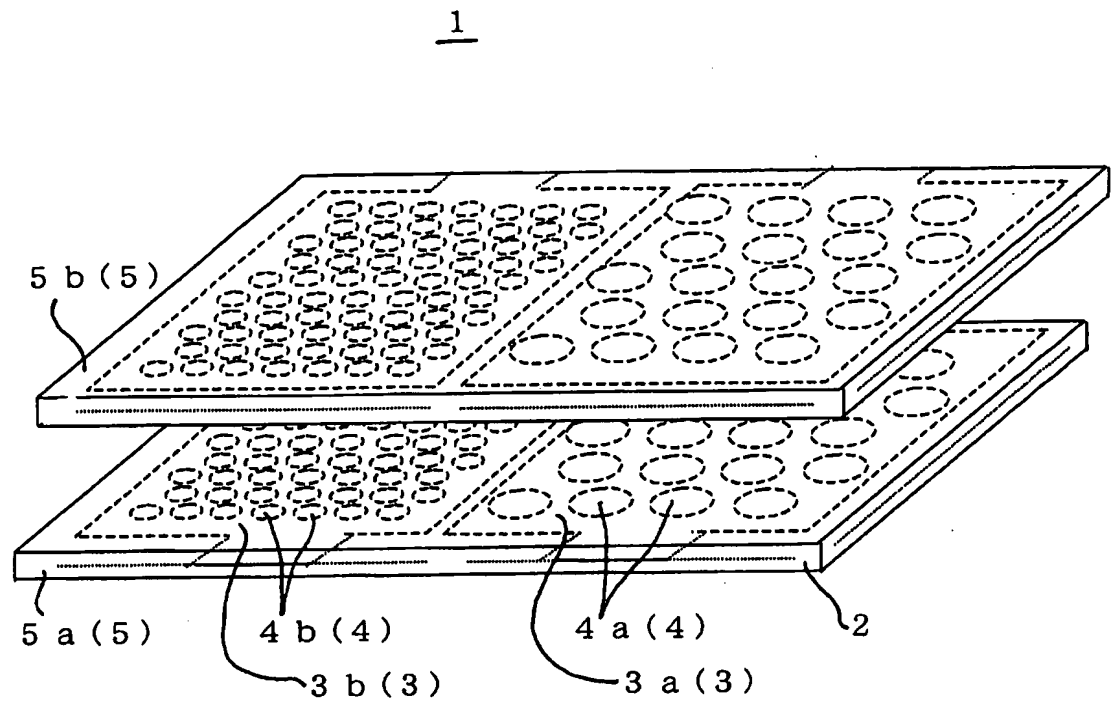


[図2]

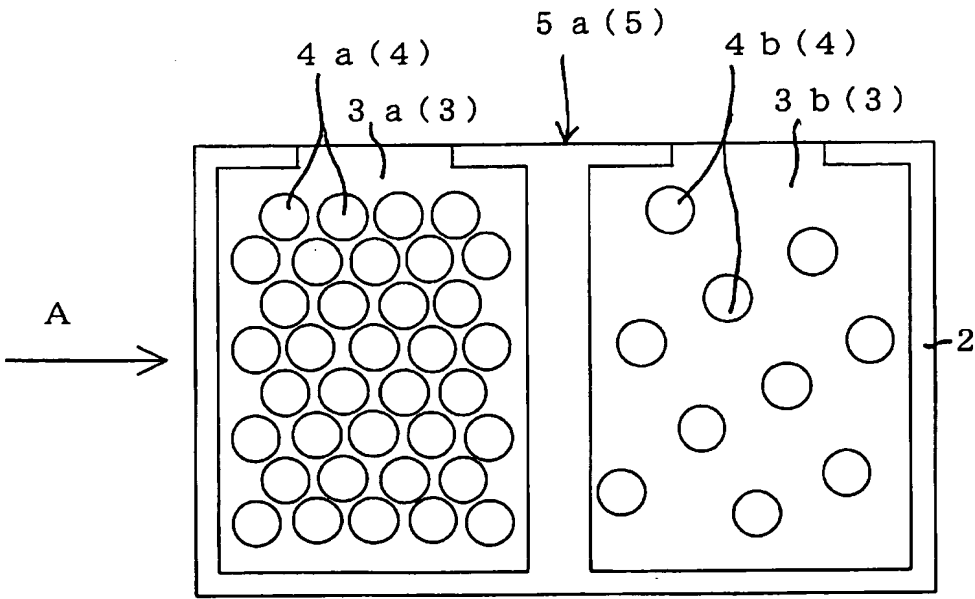




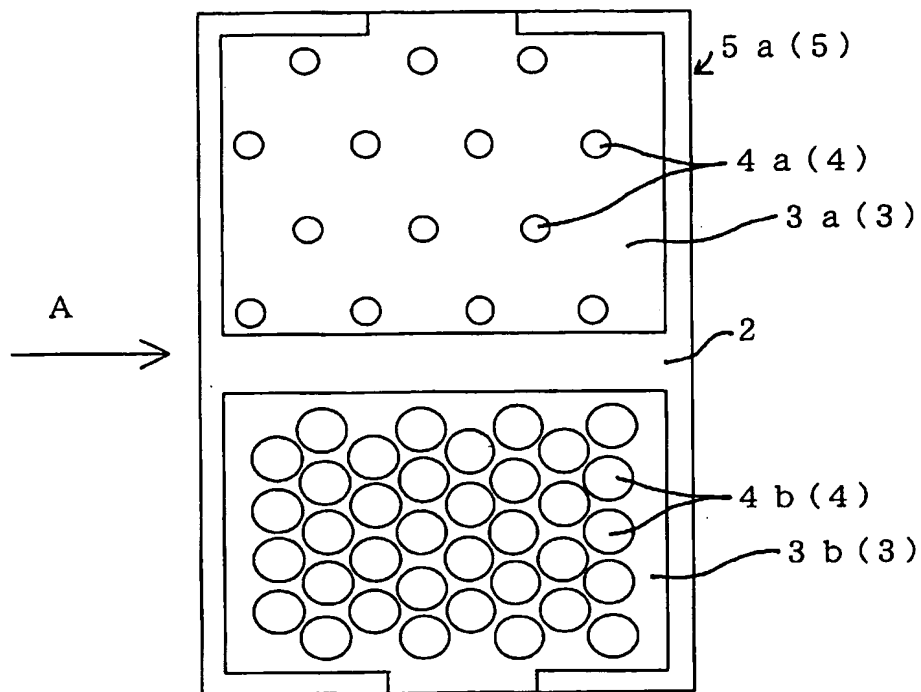
[図3]



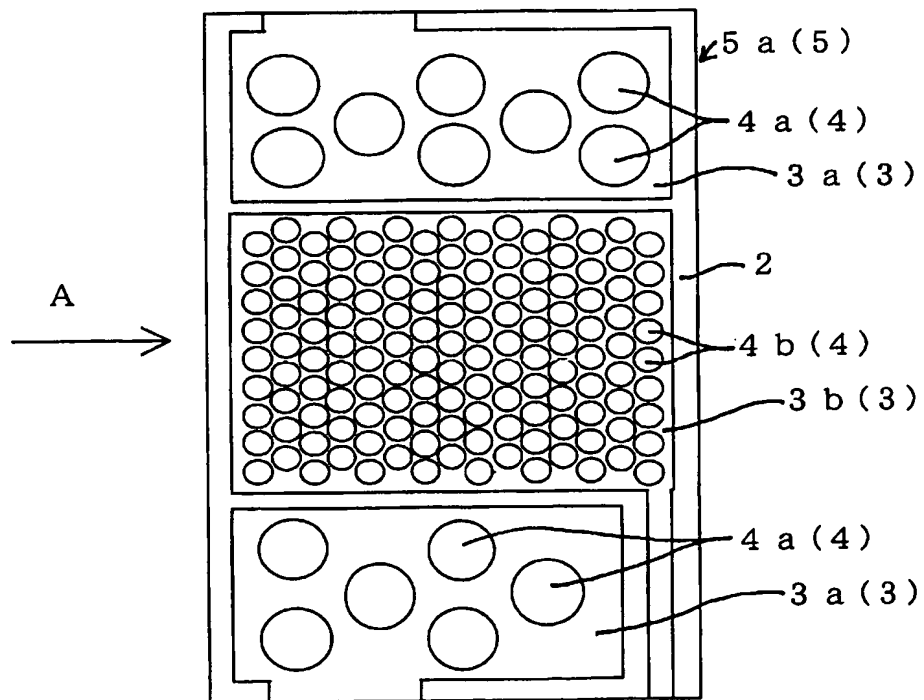
[図4]



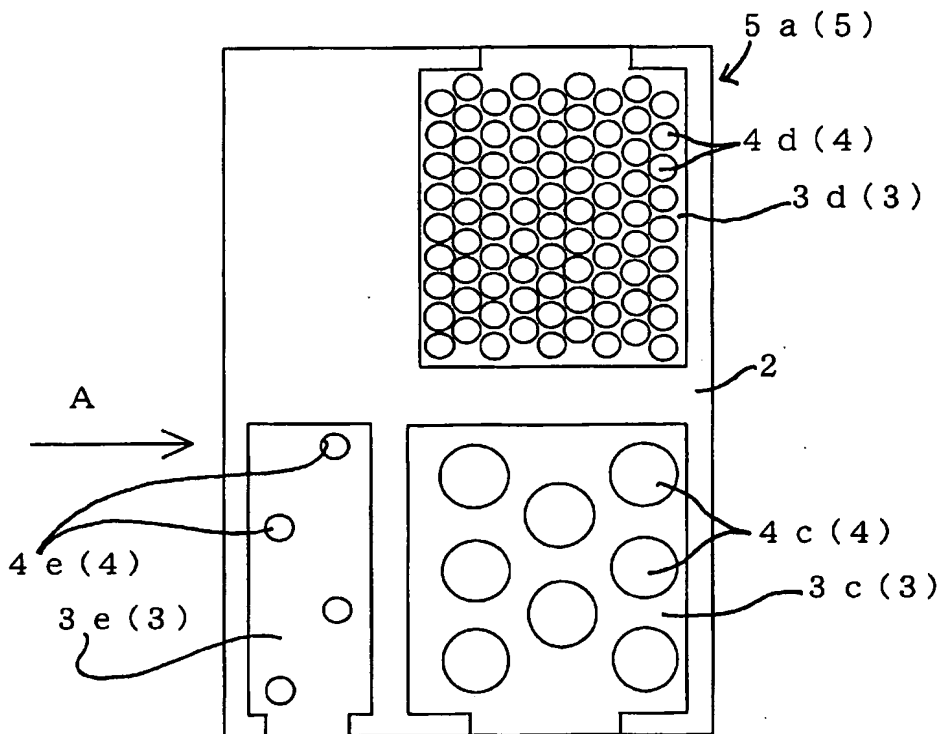
[図5]



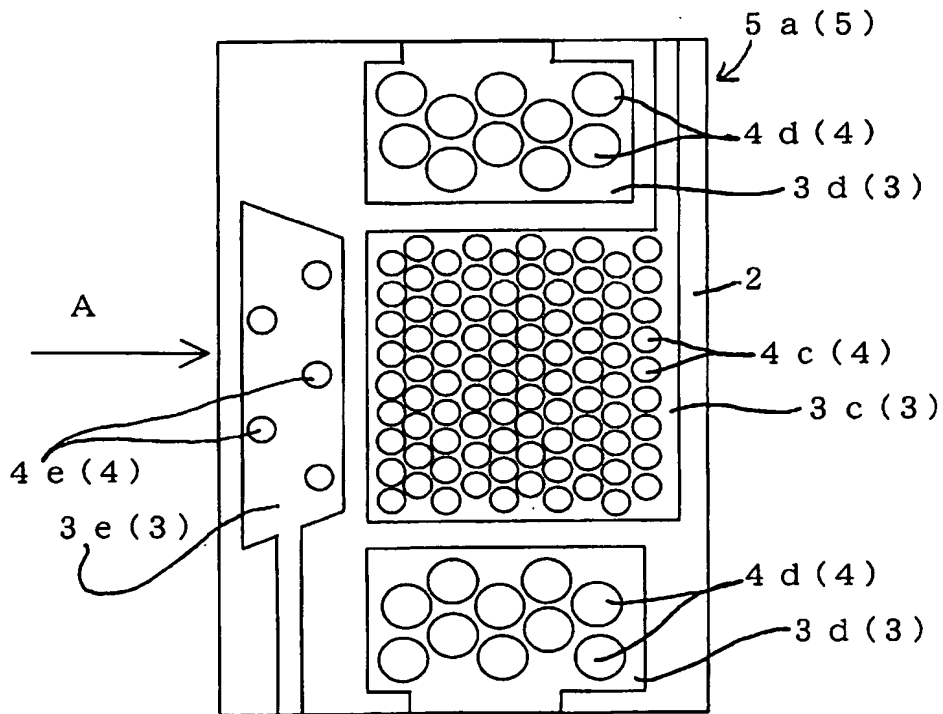
[図6]



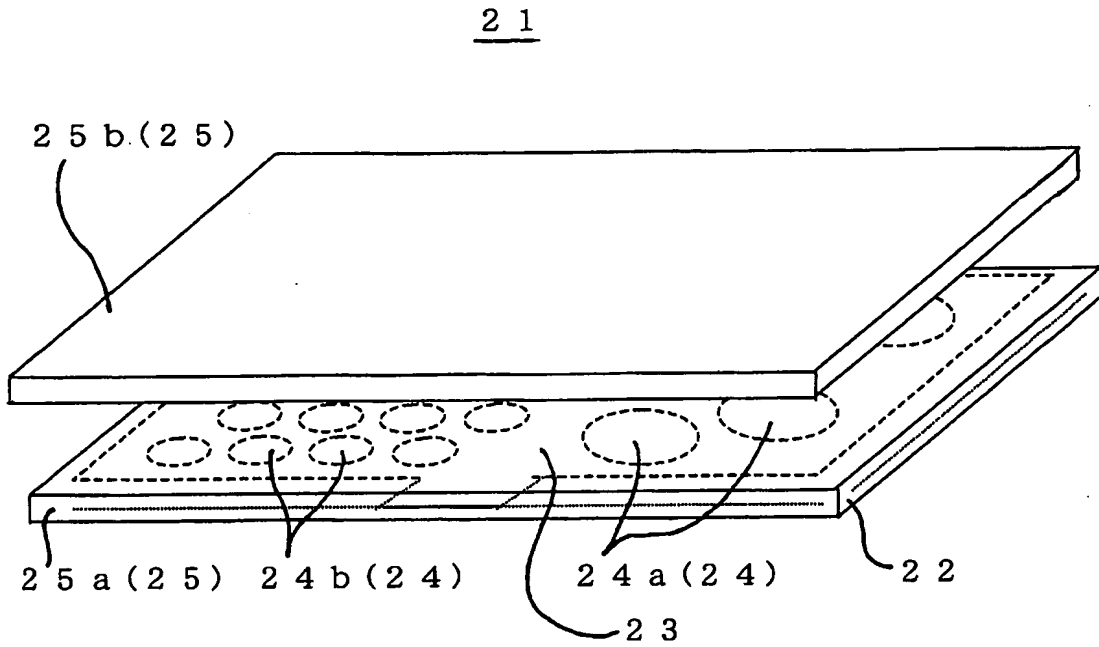
[図7]



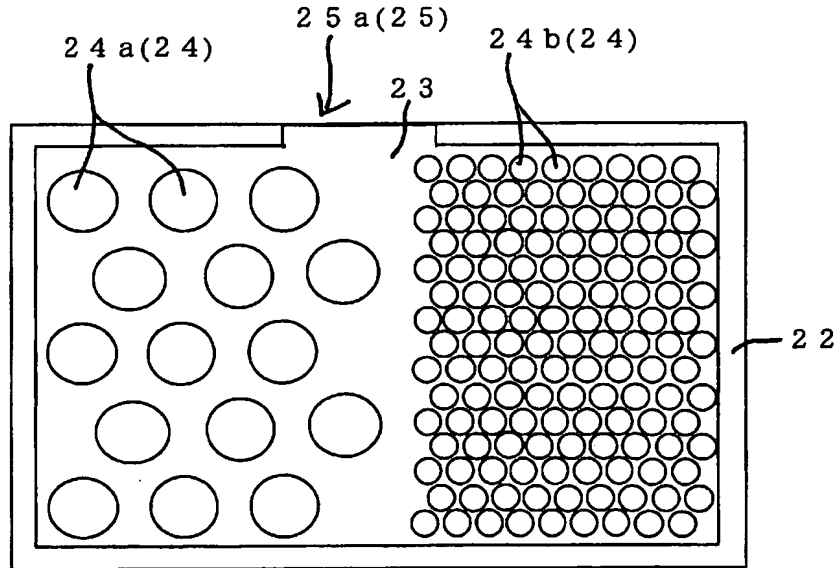
[図8]



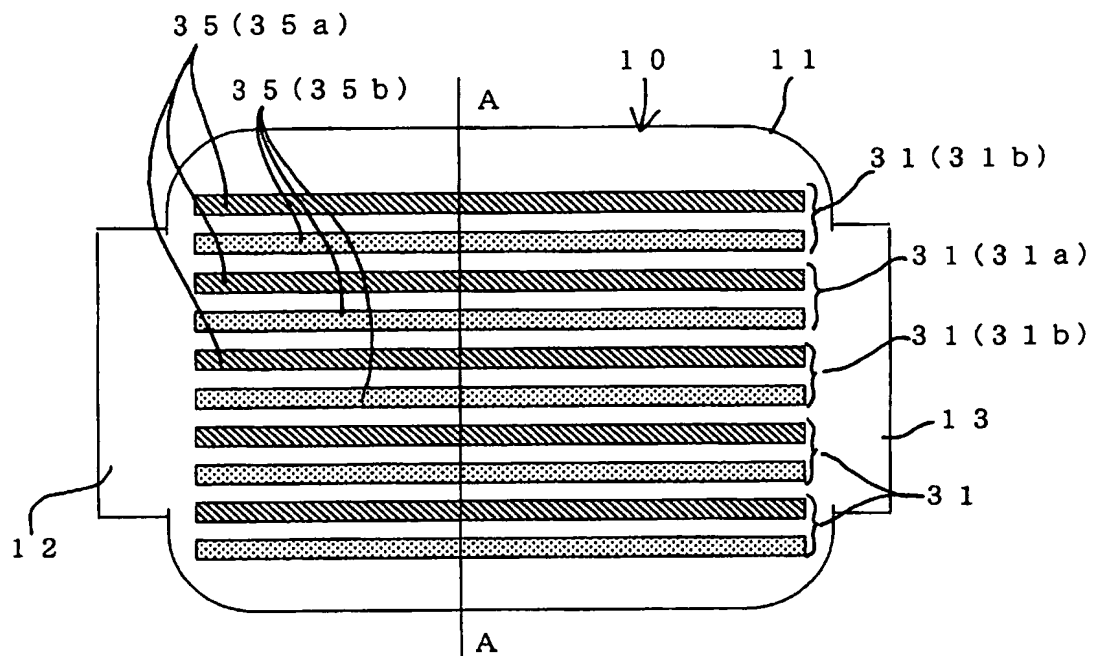
[図9]



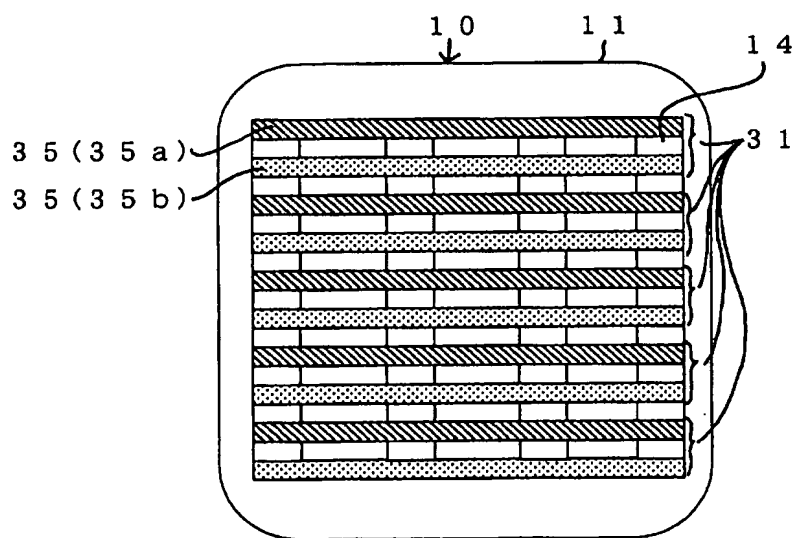
[図10]



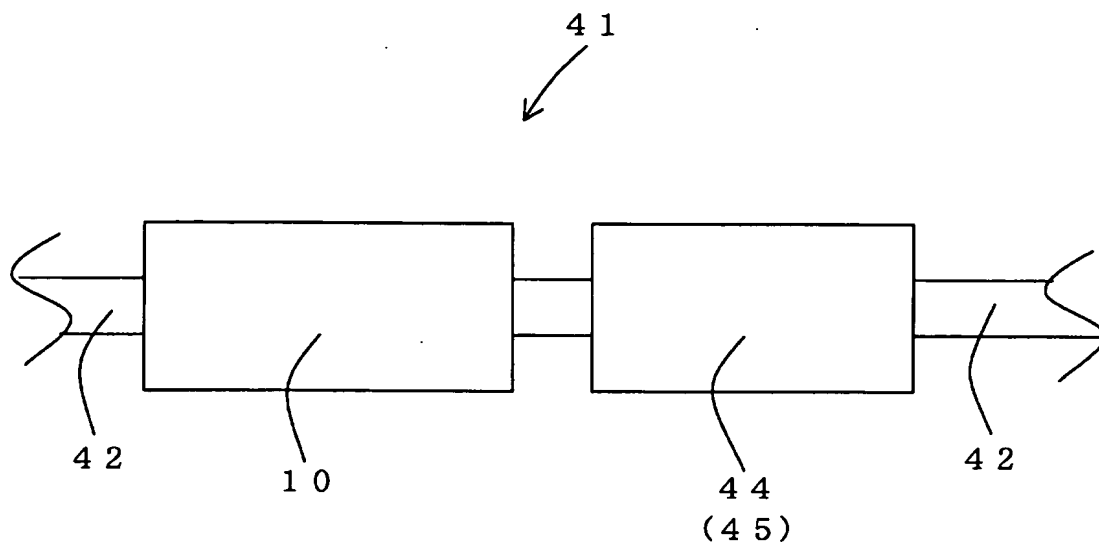
[図11(a)]



[図11(b)]



[図12]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008618

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05H1/24, B01J19/08, F01N3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05H1/24, B01J19/08, F01N3/08, H01L21/205, H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-274103 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Claims; Par. Nos. [0034], [0038], [0039], [0041], [0049] to [0051]; Figs. 3, 6, 8 & CA 2323255 A1 & US 6460482 B1	1-8
A	JP 5-115746 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 May, 1993 (14.05.93), Claims; Par. Nos. [0011] to [0014]; Fig. 2 (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 September, 2004 (14.09.04)

Date of mailing of the international search report  
28 September, 2004 (28.09.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> H05H1/24, B01J19/08, F01N3/08			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> H05H1/24, B01J19/08, F01N3/08, H01L21/205, H01L21/3065			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1940-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 2001-274103 A(住友電気工業株式会社) 2001.10.05 特許請求の範囲, 段落0034, 0038, 0039, 0041, 0049-0051, 図3, 6, 8 &CA 2323255 A1 &US 6460482 B1	1-8	
A	JP 5-115746 A(三菱重工業株式会社) 1993.05.14 特許請求の範囲, 段落0011-0014, 図2 (ファミリーなし)	1-8	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献	
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 14.09.2004		国際調査報告の発送日 28.9.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 山口 敦司	2M 9216
		電話番号 03-3581-1101 内線 6989	